Nicht f. d. Austausch

Genäherte Theorie des Planeten 62 Erato.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

genehmigt von der

Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

von

Eugen Rabe

aus

Berlin.

Tag der Promotion: 10. März 1937

Tag der mündlichen Prüfung: 9. Dez. 1936

Kiel 1937.

Druck von C. Schaidt, Inhaber Georg Oheim, Kiel.

922

Referenten: Professor Dr. *A. Kopff*.
Professor Dr. *P. Guthnick*.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Abdruck aus den Astr. Nachr. Nr. 6265.
(Band 262. — März 1937.)

Genäherte Theorie des Planeten 62 Erato.*) Von *E. Rabe.*

Der Kleine Planet 62 Erato wurde am 14. Sept. 1860 von *W. Foerster* in Berlin entdeckt. Nachdem der Planet in den beiden folgenden Oppositionen noch beobachtet werden konnte, wurde seine Bahn bei der Perihel-Konjunktion mit Jupiter im Jahre 1863 so stark gestört, daß die Wiederauffindung mit Hilfe der vorhandenen Ephemeriden nicht mehr gelang. Auch die auf eine Bahnverbesserung aus vier Normalörtern der Jahre 1860-61 unter Berücksichtigung spezieller Jupiterstörungen gestützte Vorausberechnung von *E. Schubert*[1]) für das Jahr 1868 führte nicht zur Auffindung des Planeten. Erst eine von *Th. v. Oppolzer* durchgeführte Berechnung genauer spezieller Jupiter- und Saturnstörungen und Ableitung einer definitiven Bahn aus neun Normalörtern der Oppositionen 1860–61 ermöglichte ihm selbst in der günstigen Perihel-Opposition von 1871 die Neuentdeckung Eratos[2]).

Eine zweite, noch größere Beobachtungslücke liegt zwischen den Oppositionen von 1886 und von 1905. Das Fehlen von Beobachtungen in diesem Zeitabschnitt ist zweifellos darauf zurückzuführen, daß keine ausführlichen Oppositionsephemeriden veröffentlicht wurden. Die neuentdeckten Planeten 1906 SR, 1907 YP und 1910 KZ erwiesen sich schließlich als mit 62 Erato identisch. In den letzten Jahrzehnten liegen Beobachtungen des Planeten aus fast allen Oppositionen vor; Bahnverbesserungen und spezielle Störungsrechnungen wurden mehrfach ausgeführt. Das Astronomische Institut in Leningrad berechnete für die letzten Oppositionen die Aufsuchungsephemeriden durch numerische Integration der durch Jupiter gestörten rechtwinkligen Koordinaten.

In der vorliegenden Arbeit werden nach der Methode von *K. Bohlin*[3]) für 62 Erato genäherte allgemeine Jupiterstörungen berechnet. Das zur Verfügung stehende Material ließ eine Bearbeitung gerade dieses Planeten als besonders erfolgversprechend erscheinen. Sehr gute oskulierende Elemente, die als Grundlage der ganzen Rechnung von großem Wert sind, hat *Th. v. Oppolzer* in seinem Lehrbuch der Bahnbestimmung[4]) gegeben. Sie sind dort das Ergebnis der Berechnung genauer Jupiter- und Saturnstörungen nach dem *Hansen-Tietjens*chen Verfahren zur Integration der Störungen in den polaren Koordinaten. Der Anschluß der Elemente an die Beobachtungen beruht auf Normalörtern aus neun Oppositionen von 1860 bis 1877, die Oskulationsepoche ist 1874 Dez. 26.0 m. Z. Berlin.

Für die Herleitung guter mittlerer Elemente eines Planeten ist es erforderlich, daß die nach Berechnung der Störungsausdrücke zur Ausgleichung benutzten Beobachtungen einen möglichst großen Zeitraum umfassen. Da Erato seit seiner Entdeckung bereits zwölf vollständige Sonnenumläufe vollendet hat, konnte wohl als Ziel der Arbeit angestrebt werden, die Bewegung des Planeten für einen weiteren etwa ebenso ausgedehnten Zeitraum mit einer zur Berechnung von Aufsuchungsephemeriden hinreichenden Genauigkeit darzustellen. Sollte jedoch bei so langen Zeitabschnitten die Leistungsfähigkeit der Methode an sich möglicherweise schon erschöpft sein, dann stand zu erwarten, daß diese Tatsache in einer mangelhaften Darstellung der benutzten Beobachtungen nach der Bahnverbesserung sich auswirken würde.

Der Planet 62 Erato gehört mit seiner mittleren täglichen Bewegung von ungefähr 640″ zur Hecuba-Gruppe der Kleinen Planeten, deren Mitglieder durch Umlaufszeiten gekennzeichnet sind, die im Falle strenger Kommensurabilität der halben Umlaufszeit Jupiters entsprechen. Zur Berechnung der für diese Planetengruppe besonders großen Jupiterstörungen sind Hilfstafeln von *H. v. Zeipel*[5]) sowie von *A. O. Leuschner*[6]) veröffentlicht worden. Die Berkeley-Tafeln von *Leuschner* haben vor den zuerst erschienenen Tafeln *v. Zeipels* den Vorzug, daß eine größere Anzahl der in den Entwicklungen auftretenden Glieder höheren Grades berücksichtigt worden ist, und lassen daher bei ihrer Anwendung eine etwas bessere Darstellung der Bewegung des betreffenden Planeten erwarten. Aus diesem Grunde wurden zur Ermittlung der allgemeinen Störungen Eratos die bisher nur auf sehr wenige Planeten angewandten Berkeley-Tafeln[7]) benutzt.

Saturnstörungen wurden für Erato nicht berechnet, weil aus den für Planeten der Hecuba-Gruppe bereits vorliegenden Theorien deutlich zu ersehen ist, daß diese Störungen in der Regel viel kleiner sind als die infolge der Benutzung genäherter Tafeln vernachlässigten Jupiterstörungen. Auch die Berechnung der mit fortschreitender Zeit vielleicht merklich werdenden, von Saturn und anderen Großen Planeten verursachten Säkularglieder in der mittleren Anomalie ist nicht erforderlich, weil derartige Einflüsse bei Ausführung der Bahnverbesserung automatisch zu einer entsprechenden Verbesserung der mittleren Bewegung führen würden.

Zur Durchführung der Rechnung ist zu sagen, daß die Auswertung der Tafeln und alle nicht durch Kontrollformeln nachprüfbaren Teilrechnungen durch Doppelrechnung kontrolliert wurden. Um dabei die für alle diese Rechnungen sehr geeignete Rechenmaschine verwenden zu können, wurden die für logarithmische Rechnung bestimmten Berkeley-Tafeln zunächst auf numerische Rechnung umgestellt und dann alle

*) Als Dissertation von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Berlin genehmigt.

[1]) AN 71.283 (1868). [2]) AN 78.97 und 78.159 (1871).

[3]) *K. Bohlin*: Formeln und Tafeln zur gruppenweisen Berechnung der allgemeinen Störungen benachbarter Planeten; Upsala 1896. — Sur le Développement des Perturbations Planétaires; Stockholm 1902.

[4]) *Th. v. Oppolzer*: Lehrbuch der Bahnbestimmung der Kometen und Planeten; Leipzig 1880. 2.415.

[5]) *H. v. Zeipel*: Angenäherte Jupiterstörungen für die Hecuba-Gruppe; St. Petersburg 1902.

[6]) *A. O. Leuschner, A. E. Glancy* and *S. H. Levy*: On *v. Zeipel*'s Theory of the Perturbations of the Minor Planets of the Hecuba Group; Memoirs of the National Academy of Sciences 14, 3. Memoir, Part II, Washington 1922.

[7]) Bei Hinweisen im Text wird diese Arbeit im folgenden mit B. T. abgekürzt.

Operationen sowohl numerisch als auch logarithmisch durchgeführt. Um die für die maschinelle Berechnung der allgemeinen Störungen der Hecuba-Gruppe geeigneten Hilfstafeln den Rechnern zugänglich zu machen, sollen dieselben in Verbindung mit den zum Gebrauch notwendigen Formeln und Erläuterungen noch gesondert veröffentlicht werden.

Im folgenden werden alle für den Gang der Rechnung wesentlichen Zwischenergebnisse angeführt, die Bezeichnung der einzelnen Größen ist dieselbe wie bei *Leuschner*.

Das bereits erwähnte Elementensystem *v. Oppolzers* für den Planeten Erato lautet:

Epoche u. Oskulation 1874 Dez. 26.0 m. Z. Berlin.

$$\begin{aligned} c_0 &= 180^\circ 40' 13''.97 \\ \phi_0 &= 9\ 59\ 14.83 \\ \pi_0 &= 38\ 28\ 2.81 \\ \Omega_0 &= 125\ 42\ 36.58 \\ i_0 &= 2\ 12\ 24.32 \end{aligned}$$ } Ekl. u. mittl. Äquin. 1870.0

$$n_0 = 640''.89910$$

Die mittlere Anomalie für die Oskulationsepoche ist mit c_0 bezeichnet, die anderen Abkürzungen haben die übliche Bedeutung.

Mittlere Jupiterelemente wurden dem Jahrgang 1925 der Connaissance des Temps entnommen. Da die so erhaltenen Elemente des störenden Planeten auf das mittlere Äquinoktium der Epoche bezogen sind, wurden auch die Bahnlageelemente Eratos hierauf übertragen. Die beiden den weiteren Rechnungen zugrunde zu legenden Elementensysteme lauten dann wie folgt:

62 Erato. Osk. Elemente. Ep. 1874 Dez. 26.0 m. Z. Berl.	Jupiter. Mittl. Elemente. Ep. 1874 Dez. 26.0 m. Z. Berl.
$n_0 = 640''.8991$	$n' = 299''.1283$
$\phi_0 = 9^\circ.9875$	$\phi' = 2^\circ.7681$
$\pi_0 = 38.5370$	$\pi' = 12.3183$
$\Omega_0 = 125.7672$	$\Omega' = 99.1906$
$i_0 = 2.2063$	$i' = 1.3102$
$c_0 = 180.6706$	$c' = 186.2575$

Ekl. u. mittl. Äquin. der Epoche.

Als ersten Näherungswert der für die Methode der Gruppenstörungen fundamentalen Größe w, deren Potenzen neben denen von Exzentrizität und Neigung in den Koeffizienten der analytischen Entwicklungen auftreten, erhält man auf Grund der Beziehung

$$n'/n = \tfrac{1}{2}(1 - w)$$

aus n_0 und n' den Wert $w_0 = 0.0665354$.

Die relative Lage der Bahnen der beiden Planeten wird durch die nach Formel (5) der B.T. erhaltenen Winkel

$$\begin{aligned} \psi' &= 56^\circ.1006 \\ \varphi' &= 29.5355 \\ I' &= 1.1890 \end{aligned}$$

gekennzeichnet.

Zur Auswertung der Hilfstafeln werden die nachstehend aufgeführten, aus den Formeln (6), (7) und (8) der B.T. hervorgehenden Winkelargumente und Faktoren gebraucht:

$\Pi_0 = 243^\circ.2344$	$\eta_0 = 0.086716$
$\Pi' = 217.0270$	$\eta' = 0.024147$
$\Delta_0 = 26.2074$	$j^2 = 0.00010678$
$\Sigma_0 = 100.2614$	$\iota = 0.020739$

$$\begin{aligned} \theta_0 &= 263^\circ.8033 \\ I &= 20.2964. \end{aligned}$$

Der nächste Schritt ist die Verbesserung von w_0. Die Durchrechnung der Tafel F der B.T. ergibt nach mehrmaliger Annäherung:

$$w - w_0 = 0.0040171.$$

Hiermit wird $w = 0.0705525$ und die mittlere Bewegung dementsprechend $n = 643''.6691$.

Die zu der neuen mittleren Bewegung gehörenden konstanten Elemente π und ϕ werden mit Hilfe von Tafel G der B.T. berechnet. Diese Tafel liefert für Erato die beiden Konstanten $S = -1482''.6$ und $C = +1095''.1$ und damit nach Formel (11) der B.T. die Elemente π und ϕ:

$$\begin{aligned} \pi &= 36^\circ.2671 \\ \phi &= 10.2953. \end{aligned}$$

In die noch durchzurechnenden Hilfstafeln ist mit den verbesserten Werten

$$\begin{aligned} \Delta &= \Delta_0 + (\pi - \pi_0) = 23^\circ.9374 \\ \Sigma &= \Sigma_0 + (\pi - \pi_0) = 97.9914 \\ \eta &= \tfrac{1}{2}e = 0.089361 \end{aligned}$$

anstelle von Δ_0, Σ_0 und η_0 einzugehen.

Um den Übergang zu konstanten Elementen zu vervollständigen, bleibt noch die ungestörte mittlere Anomalie c für die Nullepoche zu berechnen. Da hierzu die Kenntnis der Störung $n\delta z$ in der mittleren Anomalie für $t = 0$ erforderlich ist, kann diese Operation erst nach Vorliegen von $n\delta z$ ausgeführt werden. Dagegen läßt sich die fiktive exzentrische Anomalie ϵ sofort bestimmen. Zunächst ergibt sich aus c_0 und ϕ_0 durch Auflösung der *Kepler*schen Gleichung ein Wert $\epsilon_0 = 180^\circ.5714$. Die Verbesserung dieses Wertes mit Rücksicht auf die Ersetzung von π_0 und ϕ_0 durch π und ϕ gemäß B.T. Formel (14) führt zu $\epsilon_1 = 183^\circ.2938$. Hiernach ist an $\epsilon_1 - e\sin\epsilon_1 = 183^\circ.8821$ nur noch $-n\delta z_{t=0}$ anzubringen, um auf Grund der allgemein geltenden Gleichung

$$\epsilon - e\sin\epsilon = c + nt + n\delta z$$

die ϵ_1 entsprechende ungestörte mittlere Anomalie c_1 zu erhalten.

Um zuerst die langperiodischen Glieder von $n\delta z$ zu bestimmen, wird aus Tafel B der B.T. die Funktion $\Phi(\vartheta)$ berechnet. Es ergibt sich die Darstellung:

$$\begin{aligned} 1 + \Phi(\vartheta) = (1 - 0.006586)\,[& 1 - 0.045207\sin 2\vartheta + 0.037252\cos 2\vartheta \\ & + 0.006246\sin 4\vartheta + 0.003973\cos 4\vartheta \\ & + 0.000145\sin 6\vartheta - 0.001058\cos 6\vartheta \\ & + (\vartheta - \vartheta_0)(-0.0000076 - 0.000486\sin 2\vartheta - 0.000657\cos 2\vartheta \\ & - 0.000092\sin 4\vartheta + 0.000185\cos 4\vartheta) \\ & - (\vartheta - \vartheta_0)^2 \cdot 0.0000074]\,. \end{aligned}$$

Hierin ist ϑ_0 der Wert des noch zu definierenden Argumentes ϑ für $t = 0$.

Nach den Formeln (15) der B.T. ergeben sich aus dieser Darstellung von $\Phi(\vartheta)$ mit den nötigen Kontrollen die Koeffizienten des mit $[n\delta z]_1$ bezeichneten Teiles der Störungen $n\delta z$. Für Erato findet man:

$$\begin{aligned} [n\delta z]_1 = {} & 13032''.4\sin(2\zeta + 50^\circ.683) + 648''.0\sin(4\zeta \\ & + 308^\circ.628) + 44''.0\sin(6\zeta + 198^\circ.398) \\ & + 2/w \cdot (\zeta - \zeta_0)\,[6''.398\cos(2\zeta + 53^\circ.494) \\ & + 0''.628\cos(4\zeta + 239^\circ.982)] \\ & - (2/w)^2\,(\zeta - \zeta_0)^2 \cdot 0''.0014\,. \end{aligned}$$

Das Argument ζ wird nach Gl. (19) der B. T. durch den Ausdruck

$$\zeta = 0.99171\,(\tfrac{1}{2}w\,\epsilon - [n'\delta z']) + \tfrac{1}{2}(1-w)\,c_1 - c'$$

dargestellt. Hierin ist $[n'\delta z']$ die große Ungleichung Jupiters:

$$[n'\delta z'] = 0^\circ.3323\,\sin(0.38494\,T + 124^\circ.2843).$$

Während t ganz allgemein die Zahl der seit der Oskulationsepoche verflossenen Tage bedeutet, wird durch T derselbe Zeitraum in Julianischen Jahren ausgedrückt.

Der vollständige Ausdruck für die langperiodischen Störungen der mittleren Anomalie ist:

$$[n\delta z] = [n\delta z]_1 - 0.017833\cdot(\tfrac{1}{2}w\,\epsilon - [n'\delta z']).$$

Die Argumente der jetzt noch zu bestimmenden kurzperiodischen Störungen der mittleren Anomalie, des Radiusvektors und der dritten Koordinate haben die Form:

$$\chi = i\,\tfrac{1}{2}\epsilon + j\vartheta$$

worin ϑ vermittels der Beziehung

$$\vartheta = \tfrac{1}{2}(1-w)\cdot[n\delta z]_1 + \zeta$$

aus ζ zu berechnen ist.

Die Störungen $n\delta z - [n\delta z]$ wurden für Erato aus Tafel A der B. T. berechnet. Die endgültige Tabulierung dieser Glieder, einschließlich der im folgenden noch infolge einer Umformung des von ϵ abhängenden Teiles von $[n\delta z]$ hinzukommenden Korrektionen, ist in der Störungstabelle auf S. 11 gegeben.

Mit Hilfe der nun vorliegenden vollständigen Störungen $n\delta z = [n\delta z] + (n\delta z - [n\delta z])$ wurden im Näherungsverfahren durch wiederholte Durchrechnung des Formelsystems (20), (19), (18), (21), (22), (27), (28) der B. T. die nachstehenden Werte von $n\delta z$ und c_1 für $t = 0$ gefunden:

$$n\delta z = -2^\circ.1570 \qquad c_1 = 186^\circ.0391.$$

Als konstante Elemente des Planeten Erato können nunmehr die folgenden zusammengestellt werden:

$$n_1 = 643''.6691 \qquad \phi_1 = 10^\circ.2953$$
$$\pi_1 = 36^\circ.2671 \qquad c_1 = 186.0391.$$

Den Elementen ist an dieser Stelle, unter Vornahme eines Wechsels der Bezeichnung, der Index 1 zuerteilt worden.

Um in $[n\delta z]$ das für die Berechnung der Störungen sehr unangenehme säkulare Anwachsen von

$$-0.017833\,(\tfrac{1}{2}w\,\epsilon - [n'\delta z'])$$

zu umgehen, wurde ϵ vermittels der Gleichung

$$\epsilon - e_1\sin\epsilon = c_1 + n_1 t + n\delta z$$

eliminiert:

$$-0.017833\,(\tfrac{1}{2}w\,\epsilon - [n'\delta z']) = -0.0006291\cdot c_1 - 0''.4049\cdot t - 23''.19\,\sin\epsilon - 0.0006291\cdot n\delta z + 0.017833\,[n'\delta z'].$$

Die beiden ersten Glieder der rechten Seite können den Elementen zugeschlagen werden:

$$c_2 = c_1 - 0.0006291\cdot c_1$$
$$n_2 = n_1 - 0''.4049.$$

Das an dritter Stelle stehende periodische Glied $-23''.19\,\sin\epsilon$ wurde mit dem entsprechenden Teil von $n\delta z - [n\delta z]$ vereinigt und ist in der Tabulierung dieser Störungen auf S. 11 enthalten. Das als Korrektion von $n\delta z$ aufzufassende Glied $-0.00063\cdot n\delta z$ ergibt zusammen mit der $+0.00050\cdot n\delta z$ betragenden Reduktion der Störungswerte von der den B. T. zugrunde liegenden *Bessel*schen Jupitermasse auf die von *Newcomb* die geringfügige Korrektion $-0.00013\cdot n\delta z$, die an alle hierdurch in der vierten Dezimale des Grades noch beeinflußten Glieder von $[n\delta z]_1$ und $n\delta z - [n\delta z]$ angebracht wurde. Nach diesen Umformungen ist in Zukunft:

$$n\delta z = [n\delta z]_1 + (n\delta z - [n\delta z]) + 0.017833\cdot[n'\delta z'].$$

Das später nur noch durch Anschluß an die Beobachtungen zu verbessernde System konstanter Elemente lautet jetzt wie folgt:

Ep. u. Osk. 1874 Dez. 26.0 m. Z. Berl.

$$n_2 = 643''.2642 = 0^\circ.1786845$$
$$c_2 = 185^\circ.9220$$
$$\phi_1 = 10.2953$$
$$\left.\begin{aligned}\pi_1 &= 36.2671\\ \Omega_0 &= 125.7672\\ i_0 &= 2.2063\end{aligned}\right\}\ \text{Ekl. u. mittl. Äquin. d. Ep.}$$
$$a_2 = 3.12185$$

Die Durchrechnung der Tafel C der B. T. führt zu den mit ν bezeichneten, auf S. 11 tabulierten Störungen des Radiusvektors. Die Koeffizienten sind in der sechsten Dezimale des Einheitsradius gegeben. Das an erster Stelle stehende konstante Glied -0.000369 enthält bereits die nach Ausführung der Bahnverbesserung infolge der Änderung der mittleren Bewegung gemäß Formel (38) der B. T. anzubringende Korrektion. Die Störungen ν sind also in Verbindung mit dem endgültigen Wert der großen Halbachse a zu benutzen. Die Reduktion auf die Jupitermasse *Newcomb*s wurde durch Multiplikation der größeren Koeffizienten mit 1.00050 ausgeführt.

Aus den Tafeln D, E_1 und E_2 der B. T. wurden die Störungen der dritten Koordinate berechnet. Es soll hier nur auf die Berechnung des säkularen Teiles näher eingegangen werden, um auf eine gewisse Unklarheit der in den B. T. hierfür gegebenen Rechenvorschriften hinzuweisen.

Die in Frage stehenden Glieder von u haben die Form:

$$\iota\,\cos i\,n_2 t\,[K_1(\cos\epsilon - e_1) + K_2\sin\epsilon].$$

Die hierin auftretenden Konstanten K_1 und K_2 gehen aus den Tafeln E_1 und E_2 hervor. Für Erato ergeben sich die Werte $K_1 = -37''.07$ und $K_2 = +82''.58$. Um in den hier angegebenen Teil der Störungen die seit der Oskulationsepoche verflossene Zeit in Julianischen Jahren einsetzen zu können, wird in Formel (45) der B. T. die nicht recht zu verstehende Transformation

$$\iota\,\cos i\,n_2 t = \frac{\iota\,\cos i\,n_2}{365.25}\,T$$

durchgeführt. Abgesehen davon, daß hiernach $T = 365.25\cdot t$ sein müßte, während definitionsgemäß $t = 365.25\cdot T$ die richtige Beziehung zwischen den die gleiche Zeitspanne angebenden numerischen Werten t und T ist, wird durch diesen Umrechnungsfaktor nicht verhindert, daß durch das Auftreten von n_2K_1 und n_2K_2 die betrachteten Störungsglieder die Dimension (Winkel)^2 erhalten. Offenbar muß doch, da die Konstanten K_1 und K_2 in Bogensekunden gefunden werden, $n_2 t$ im Bogenmaß ausgedrückt werden. Soll die mittlere tägliche Bewegung in Bogensekunden und die Zeit in Julianischen Jahren eingesetzt werden, dann sind zur Umrechnung in Bogenmaß die Koeffizienten mit dem Zahlenfaktor

$$\frac{365.25}{3600 \cdot 57.296} = \frac{1}{564.72}$$

zu multiplizieren. Die auf diese Weise berechneten und in der Tabelle der Störungsglieder angegebenen Koeffizienten unterscheiden sich demnach von den nach Vorschrift der B.T. zu ermittelnden Werten durch den Faktor

$$\frac{365.25}{564.72} = 0.6468.$$

Da die betroffenen Glieder sehr klein sind, können die entsprechenden Unterschiede in den Deklinationen vorausberechneter Örter erst nach mehreren Jahrzehnten den Betrag einer Bogenminute erreichen, damit aber beim Vergleich mit den Beobachtungen doch schon recht merkbar werden. Die sehr befriedigende Darstellung der Deklinationen der benutzten Örter nach der Bahnverbesserung — die geringen Reste folgen deutlich den durch die übrigbleibenden Abweichungen der Rektaszensionen bedingten Variationen — spricht für die Güte der in Rechnung gestellten Störungen der dritten Koordinate.

In der Tabelle der Störungen sind nicht die ursprünglich ermittelten Koeffizienten von u, sondern die auf Grund der Beziehung

$$d\beta = \frac{u}{\cos i} a \sin 1''$$

daraus berechneten Glieder von $d\beta$ gegeben. Für $\cos i$ konnte bei dieser Umrechnung unbedenklich ein fester, streng für die Ekliptik von 1900.0 geltender Wert benutzt werden. Die Änderung von a nach der Bahnverbesserung kann in den Koeffizienten von $d\beta$ unberücksichtigt bleiben. Als Einheit ist in der Tabulierung von $d\beta$ die sechste Dezimale der astronomischen Längeneinheit benutzt.

Allgemein ist in bezug auf die Genauigkeit der gegebenen Störungskoeffizienten zu bemerken, daß die letzte Dezimalstelle nur zur Vermeidung der Anhäufung von Abrundungsfehlern bei der Addition der einzelnen Glieder berücksichtigt wurde. Bei der Berechnung geozentrischer Örter ist eine mehr als fünfstellige Rechnung mit der beschränkten Leistungsfähigkeit einer genäherten Theorie unvereinbar.

Zur Verbesserung der mittleren Elemente wurden neun genaue Beobachtungen des Planeten Erato aus den Oppositionen von 1871 bis 1935 benutzt. Die Positionen sind gut über die Bahn verteilt, im übrigen aber willkürlich ausgewählt. Zum Vergleich mit den gerechneten Örtern wurden alle Beobachtungen einheitlich auf das mittlere Äquinoktium von 1900.0 bezogen. Dementsprechend waren die Elemente der Bahnlage auf 1900.0 zu übertragen. Hiernach ergaben sich die Werte:

$$\left.\begin{aligned} \pi_1 &= 36°.6163 \\ \omega_1 &= 270.5630 \\ \Omega_0 &= 126.0533 \\ i_0 &= 2.2041 \end{aligned}\right\} 1900.0$$

Die nachstehende Zusammenstellung gibt für jede benutzte Position Ort und Zeit der Beobachtung, die zugehörige Aberrationszeit, Rektaszension und Deklination für 1900.0 sowie in der letzten Spalte den Hinweis auf die Veröffentlichung der Beobachtung.

	Ort	M. Z. Berlin	Aberr.	α 1900.0	δ 1900.0	Veröff.
1	Berl	1871 Sept. 15.4840	0.0098	356°.9897	− 4°.1689	AN **81**.85
2	Berl	1876 Juli 23.5523	0.0120	304.4179	−19.4587	» **94**.261
3	Wien	1886 April 28.5421	0.0155	236.6951	−16.9903	» **116**.337
4	Wien	1906 Jan. 28.4832	0.0112	103.0567	+22.0570	» **174**.295[1]
5	Wien	1907 April 21.4802	0.0155	176.5203	+ 4.2303	» **175**.63
6	Alg	1914 Juli 8.4781	0.0143	257.9627	−21.0516	BA **32**.31
7	Alg	1921 Nov. 16.4263	0.0091	46.2134	+13.7688	JO **5**.39
8	Alg	1923 Febr. 13.4342	0.0129	150.9628	+13.1211	» **6**.88
9	Alg	1935 April 8.4964	0.0153	204.6958	− 7.0845	» **18**.184

Um beim Vergleich von Beobachtung und Rechnung einen zu großen Gang der B − R zu vermeiden, wurde zunächst auf Grund der Beobachtung von 1935 eine ganz roh geschätzte Verbesserung der mittleren Bewegung n_2 um $-0''.25$ vorgenommen. Die Ausgleichung ergab dann später in Verbindung mit den Verbesserungen der anderen Elemente eine bedeutend kleinere Korrektion von n_2.

Die zur Nachrechnung der Beobachtungen benötigten rechtwinkligen Sonnenkoordinaten wurden den betreffenden Jahrgängen des Berliner Astronomischen Jahrbuches entnommen und auf 1900.0 übertragen. In der Reihenfolge der Beobachtungen ergaben sich die folgenden Werte der Koordinaten:

	X	Y	Z
1	−0.99755	+0.11202	+0.04856
2	−0.53405	+0.79260	+0.34389
3	+0.78542	+0.57896	+0.25119
4	+0.60725	−0.71154	−0.30867
5	+0.86553	+0.46908	+0.20349
6	−0.27476	+0.89798	+0.38953
7	−0.58528	−0.73083	−0.31701
8	+0.79752	−0.53436	−0.23178
9	+0.95423	+0.27920	+0.12109

Mit den vorliegenden Grundlagen konnten nun die mit den Beobachtungen zu vergleichenden Örter berechnet werden. Es wurden die nachstehend verzeichneten Störungsbeträge und die beigefügten Abweichungen im Sinne Beobachtung minus Rechnung erhalten:

	Störungen			B − R	
	$n\delta z$	$1+\nu$	$d\beta$	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
1	−1°.5041	1.01315	+0.00005	−0°.1580	−0°.0620
2	−2.7664	1.00947	−0.00013	−0.0074	−0.0014
3	−2.7664	1.00296	+0.00019	+0.0879	−0.0215
4	+0.8818	0.99091	+0.00025	+0.3078	−0.0169
5	+1.2976	1.00047	+0.00067	+0.2134	−0.0857
6	+1.9037	0.99911	−0.00006	+0.2260	−0.0248
7	+3.8731	0.99561	−0.00019	+0.8088	+0.2392
8	+3.9570	1.00169	+0.00080	+0.4555	−0.1548
9	+2.2522	0.99834	+0.00104	+0.4681	−0.1822

Für die Bahnverbesserung auf Grund dieser Darstellung der Beobachtungen wurde die Methode von *Bauschinger*[2]) benutzt. Auf eine Verbesserung von Knoten und Neigung der Bahn konnte jedoch verzichtet werden, da diese unverändert dem oskulierenden System entnommenen Elemente genügend

[1]) Als neuer Planet 1906 SR. [2]) Veröff. R.-I. 23.

sicher bestimmt sind. Die Berechnung der auf die Bahnebene bezogenen Differentialquotienten sowie die Umwandlung der $\Delta\alpha\cos\delta$ und $\Delta\delta$ in *Bauschingers* $\Delta\psi\sin\chi$ ergab die folgenden Koeffizienten der Bedingungsgleichungen:

	$\Delta\psi\sin\chi$	$10^4\,dn$	$d\phi$	$d\omega$	dc
1	−0.1697	−0.253	−2.250	+1.590	+2.119
2	−0.0076	+0.087	−2.966	+1.488	+1.504
3	+0.0905	+0.407	−0.805	+1.352	+0.977
4	+0.3083	+1.973	+2.878	+1.457	+1.742
5	+0.2300	+1.180	+1.460	+1.304	+1.003
6	+0.2273	+1.584	−1.891	+1.366	+1.099
7	+0.8434	+4.042	+0.741	+1.621	+2.360
8	+0.4811	+2.326	+2.645	+1.439	+1.322
9	+0.5022	+2.168	+0.553	+1.373	+0.984

Die Koeffizienten +0.8434 und +4.042 in der Gleichung für die 7. Beobachtung fallen durch ihre Größe relativ zu den übrigen Werten dieser Spalten auf. Diese Beobachtung gehört jedoch der Perihel-Opposition von 1921 an, so daß wegen der schnellen Bewegung des Planeten ein Fehler der mittleren täglichen Bewegung natürlich besonders große Abweichungen B−R verursachen muß. Nach Ausführung der Bahnverbesserung kann die Darstellung dieser Perihelbeobachtung als ein scharfes Kriterium für die Güte der definitiven mittleren Elemente betrachtet werden.

Durch Bildung der Produktsummen aus den Koeffizienten der Bedingungsgleichungen wurde das System der Normalgleichungen erhalten:

$10^4\,dn$	$d\phi$	$d\omega$	dc	
+34.48	+14.73	+19.73	+21.10	= +6.936
+14.73	+36.35	+ 0.20	+ 0.17	= +3.299
+19.73	+ 0.20	+18.84	+19.35	= +3.650
+21.10	+ 0.17	+19.35	+21.24	= +3.855

Das hieraus hervorgehende reduzierte System:

$10^4\,dn$	$d\phi$	$d\omega$	dc	
+34.48	+14.73	+19.73	+21.10	= +6.936
	+30.05	− 8.23	− 8.85	= +0.336
		+ 5.30	+ 4.86	= −0.227
			+ 1.27	= −0.082

ergab die Elementenverbesserungen:

$$dc = -0^\circ.0644 \qquad d\phi = -0^\circ.0033$$
$$d\omega = +0.0162 \qquad dn = +0''.08377.$$

Einschließlich der vor der Bahnverbesserung vorgenommenen Änderung von n_2 um $-0''.25$ beträgt also die Verbesserung der aus der Theorie hervorgegangenen mittleren Bewegung $-0''.16623 = -0^\circ.000046175$.

Die in Zukunft zur Vorausberechnung zu verwendenden endgültigen mittleren Elemente lauten demnach wie folgt:

Ep. u. Osk. 1874 Dez. 26.0 m. Z. Berl.

$$n = 643''.09797 = 0^\circ.178638325$$
$$c = 185^\circ.85765$$
$$\phi = 10.2920$$
$$\left.\begin{aligned} \pi &= 36.6325 \\ \Omega &= 126.0533 \\ \omega &= 270.5792 \\ i &= 2.2041 \end{aligned}\right\} \ 1900.0$$
$$a = 3.1224$$

Mit diesem Elementensystem wurden die zur Ausgleichung benutzten Beobachtungen erneut nachgerechnet und die nachstehenden Reste gefunden:

	B−R			B−R	
	$\Delta\alpha\cos\delta$	$\Delta\delta$		$\Delta\alpha\cos\delta$	$\Delta\delta$
1	−0°.001	0°.000	6	−0°.097	+0°.010
2	+0.039	+0.007	7	+0.032	+0.007
3	+0.033	−0.008	8	+0.004	−0.004
4	−0.056	+0.002	9	+0.035	−0.017
5	−0.002	+0.001			

Vergleicht man diese Abweichungen mit den in anderen genäherten Bearbeitungen von Planeten der Hecuba-Gruppe auftretenden Resten, dann muß die vorliegende Darstellung der Bewegung des Planeten 62 Erato als sehr befriedigend bezeichnet werden. Da es gelungen ist, über einen Zeitraum von 64 Jahren die Rektaszensionen bis auf $\pm 0^\circ.1$ und die Deklinationen bis auf $\pm 1'$ darzustellen, dürfte die jederzeitige Auffindung des Planeten auf Grund der gegebenen Theorie bis zum Ende dieses Jahrhunderts gesichert sein. Für die Sicherheit der hierfür besonders wichtigen mittleren täglichen Bewegung spricht vor allem die gute Übereinstimmung der Rechnung mit der vor der Bahnverbesserung stark abweichenden Perihel-Beobachtung von 1921.

Von allgemeinerem Interesse ist die Bearbeitung des Planeten Erato insofern, als ihr Ergebnis gezeigt hat, daß bei Vorliegen guter Grundlagen in Form genauer oskulierender Elemente und eines zeitlich genügend ausgedehnten Beobachtungsmaterials die Berechnung genäherter allgemeiner Störungen auch für die durch Jupiter besonders stark beeinflußten Planeten der Hecuba-Gruppe durchaus lohnend ist. Die Berkeley-Tafeln haben sich als für die Berechnung der Störungen sehr brauchbar erwiesen. Durch Mitnahme einer größeren Zahl von Gliedern verlangen sie zwar einen größeren Arbeitsaufwand als die Tafeln *H. v. Zeipels*, versprechen dafür aber auch ein besseres Endergebnis als diese, da Vernachlässigungen in den benutzten Störungen bei Ausführung der Bahnverbesserung zweifellos auch leicht zu Verfälschungen der mittleren Elemente führen können.

Im folgenden sollen nun die zur Berechnung geozentrischer Örter des Planeten Erato in Zukunft zu verwendenden Formeln und Tafeln zusammengestellt werden. Für alle konstanten Hilfsgrößen sind die endgültigen numerischen Werte eingesetzt.

Berechnung der Störungen:

$\epsilon - e\sin\epsilon = c + nt + n\delta z$, in 1. Näherung: $n\delta z = 0$

$$\zeta = 260^\circ.169 + 0^\circ.0349840\cdot\epsilon - 0^\circ.3295\sin(0^\circ.38494\cdot T + 124^\circ.284).$$

In ϵ sind die Vielfachen von 360° zu berücksichtigen. T ist in Julianischen Jahren von der Oskulationsepoche 1874 Dez. 26.0 m. Z. Berl. = Dez. 26.4628 W.-Z. zu zählen.

$$\begin{aligned}[n\delta z]_1 = {} & 3^\circ.6196\sin(2\zeta + 50^\circ.683) \\ & + 0.1800\sin(4\zeta + 308.628) \\ & + 0.0121\sin(6\zeta + 198.398) \\ & + (\zeta - \zeta_0)\,[0^\circ.0503\cos(2\zeta + 53^\circ.494) \\ & \qquad + 0.0049\cos(4\zeta + 239.982)] \\ & - (\zeta - \zeta_0)^2\cdot 0^\circ.00031.\end{aligned}$$

$\zeta - \zeta_0$ ist im Bogenmaß auszudrücken. $\zeta_0 = 266^\circ.339$.

$$[n\delta z] = [n\delta z]_1 + 0^\circ.0059 \sin(0^\circ.385 \cdot T + 124^\circ.28)$$
$$\vartheta = 0.46472 \cdot [n\delta z]_1 + \zeta .$$

Die Störungen $n\delta z - [n\delta z]$, ν und $d\beta$ werden aus der schon mehrfach erwähnten, nachstehend gegebenen Tabelle der Störungskoeffizienten und Phasenwinkel berechnet.

Zunächst sind die Argumente $\chi = i\frac{1}{2}\epsilon + j\vartheta$ zu bilden, wobei in ϵ wieder auf die Vielfachen von 360° zu achten ist. Die Zusammensetzung der Störungen aus den einzelnen Gliedern erfolgt nach den Formeln:

$$n\delta z - [n\delta z] = \Sigma k \sin(\chi + K) + (\vartheta - \vartheta_0)\,\Sigma k' \cos(\chi + K') + (\vartheta - \vartheta_0)^2\,\Sigma k'' \sin(\chi + K'')$$
$$\nu = \Sigma k \cos(\chi + K) + (\vartheta - \vartheta_0)\,\Sigma k' \sin(\chi + K') + (\vartheta - \vartheta_0)^2\,\Sigma k'' \cos(\chi + K'')$$
$$d\beta = \Sigma k \sin(\chi + K) + T\,\Sigma k' \cos(\chi + K') .$$

$\vartheta - \vartheta_0$ im Bogen. $\vartheta_0 = 265^\circ.107$.

Schließlich ist

$$n\delta z = [n\delta z] + (n\delta z - [n\delta z]) .$$

Tafel der Störungsglieder.

$\chi = i\frac{1}{2}\epsilon + j\vartheta$		$n\delta z - [n\delta z]$		$10^6\nu$		$10^6 d\beta$	
i	j	k	K	k	K	k	K
0	0			369	180°.000	17	270°.00
0	2			4337	229.698	45	166.91
0	4			556	117.448	22	53.31
0	6			100	2.19		
1	1	0°.1322	204°.910	725	24.734	45	203.65
1	3	0.1384	86.182	882	264.890	50	190.85
1	5	0.0174	333.44	186	150.06	17	77.58
−1	1	0.0211	216.11	32	6.01	44	142.98
−1	3	0.0059	308.69	136	274.63	27	19.91
2	0	0.0054	351.17	26	172.08	402	179.19
2	2	0.8349	48.584	7889	228.600	201	145.27
2	4	0.1235	289.174	1143	110.375	76	34.78
2	6	0.0260	171.85	226	352.66	19	280.74
2	8	0.0016	71.16	42	238.35		
−2	2	0.0122	67.27	186	220.05	204	352.85
−2	4	0.0007	103.2	37	116.56		
3	1			70	25.65	22	264.90
3	3	0.0353	70.857	435	252.46	9	170.4
3	5	0.0138	314.71	115	136.74	3	58.7
3	7	0.0021	8.01	17	183.43		
−3	1			7	249.9	15	150.55
4	0			3	166.0	3	53.7
4	2	0.0402	228.138	15	57.57	6	288.8
4	4	0.0112	102.28	64	277.44	2	180.44
4	6	0.0027	339.52	14	167.79	1	82.6
5	5	0.0029	119.71	55	299.70		
5	7	0.0013	4.02	24	184.95		
7	7			7	347.6		
		k'	K'	k'	K'	k'	K'
0	0			26	90.00	2.4	0.00
0	2			38	53.21		
2	0	0.2414	175.553	2115	175.293	32.8	245.83
2	4			19	92.00		
4	0	0.0105	355.95				
4	2			14	42.58		
		k''	K''	k''	K''		
2	0	0.00074	174.83	6.2	355.05		

Mit den aus vorstehender Tafel sowie den Formeln für $[n\delta z]$ bestimmten numerischen Werten der Störungen $n\delta z$, ν und $d\beta$ sind die mittleren Elemente nach folgendem Formelsystem zur Berechnung der geozentrischen Örter zu verwenden:

$$\epsilon - e\sin\epsilon = c + nt + n\delta z$$
$$\bar{r}\cos f = a(\cos\epsilon - e)$$
$$\bar{r}\sin f = a\sqrt{(1-e^2)}\cdot\sin\epsilon$$
$$r = \bar{r}(1+\nu)$$
$$x = r\sin a\sin(A+f) \qquad \Delta x = d\beta\cos a$$
$$y = r\sin b\sin(B+f) \qquad \Delta y = d\beta\cos b$$
$$z = r\sin c\sin(C+f) \qquad \Delta z = d\beta\cos c$$
$$\rho\cos\delta\cos\alpha = x + X + \Delta x$$
$$\rho\cos\delta\sin\alpha = y + Y + \Delta y$$
$$\rho\sin\delta \quad = z + Z + \Delta z .$$

Die Gleichungen haben die für die logarithmische Rechnung geeignete Form. Die Bahnlage und die Sonnenkoordinaten X, Y, Z müssen auf dasselbe Äquinoktium bezogen werden. Für die Bahnlage können die zur Rechnung benötigten *Gauß*schen Konstanten der nachstehenden kleinen Tafel entnommen werden. Um die Interpolation für jedes zwischenliegende Äquinoktium leicht ausführen zu können, sind den für die Normaläquinoktien des 20. Jahrhunderts gegebenen Werten von A, B und C die jährlichen Änderungen beigefügt.

Äquin.	A	J.Ä.	B	J.Ä.	C	J.Ä.
1900.0	126°.653	0°.01396	37°.378	0°.01382	32°.286	0°.01469
1925.0	127.002	0.01396	37.724	0.01381	32.653	0.01468
1950.0	127.351	0.01396	38.069	0.01380	33.020	0.01467
1975.0	127.700	0.01396	38.414	0.01378	33.387	0.01466
2000.0	128.049	0.01396	38.758	0.01376	33.753	0.01465

Äquin.	$\sin a$	$\sin b$	$\sin c$	$\cos a$	$\cos b$	$\cos c$
1900.0	9.99979	9.96673	9.57773	8.493	9.576_n	9.966
1925.0	9.99979	9.96676	9.57752	8.490	9.576_n	9.967
1950.0	9.99979	9.96679	9.57731	8.487	9.576_n	9.967
1975.0	9.99980	9.96682	9.57710	8.485	9.576_n	9.967
2000.0	9.99980	9.96686	9.57689	8.482	9.575_n	9.967

Fast alle bisher veröffentlichten genäherten Theorien Kleiner Planeten verlangen zu ihrer Anwendung für die Berechnung von Aufsuchungsephemeriden einen recht erheblichen Aufwand an Arbeit. Auch die von einigen Autoren für die Berechnung der Störungen gegebenen Hilfstafeln tragen den Bedürfnissen der Praxis meist nicht genügend Rechnung. Um in der vorliegenden Arbeit die Störungen in einer unmittelbar für die Ephemeridenrechnung in Verbindung mit den mittleren Elementen verwendbaren Form zu geben, wurden die numerischen Werte von $n\delta z$, ν, Δx, Δy und Δz mit verminderter Genauigkeit von 80 zu 80 Tagen zunächst bis zum Beginn des Jahres 1950 berechnet. Dabei wurden in der Tabulierung von $n\delta z$ alle Glieder vernachlässigt, die den Betrag dieser Störungen höchstens um 0°.01 ändern können. In ν und $d\beta$ wurden alle Glieder berücksichtigt, die das Resultat um mehr als 0.0001 beeinflussen können. Demgemäß mußten in den säkular anwachsenden Teilen der Störungen entsprechend kleinere Glieder mitgenommen werden.

Die auf diese Weise berechneten Störungswerte sind in der am Schlusse der Arbeit befindlichen Tafel enthalten.

Das 80tägige Intervall ist dem für die Oppositionsephemeriden gebräuchlichen Intervall von 8 Tagen angepaßt, die angegebenen Daten wurden in Übereinstimmung mit den für die Ephemeridenrechnung benutzten gewählt. Durch die fortlaufende Tabulierung der Störungen ist es möglich, den Ort des Planeten auch außerhalb der Opposition jederzeit ohne besondere Mühe zu berechnen. Die Genauigkeit der Tafel ist für eine Aufsuchungsephemeride durchaus hinreichend. Nur wenn die Leistungsfähigkeit der Theorie an einzelnen Beobachtungen neu nachgeprüft werden soll, ist es angebracht, die Störungen unter Berücksichtigung aller Glieder streng zu berechnen.

Genäherte Tabulierung der Störungen im 80tägigen Intervall.

0^h W.-Z.	$n\delta z$	$1+\nu$	$10^4\cdot\Delta x$	$10^4\cdot\Delta y$	$10^4\cdot\Delta z$
1937 Juli 6	+2°.43	1.0098	0	+6	−14
Sept. 24	+2.15	1.0111	0	+5	−13
Dez. 13	+1.82	1.0133	0	+5	−12
1938 März 3	+1.46	1.0138	0	+4	− 9
Mai 22	+1.09	1.0135	0	+2	− 5
Aug. 10	+0.74	1.0122	0	0	− 1
Okt. 29	+0.46	1.0102	0	−2	+ 4
1939 Jan. 17	+0.24	1.0076	0	−3	+ 8
April 7	+0.09	1.0047	0	−5	+12
Juni 26	+0.02	1.0020	0	−6	+15
Sept. 14	+0.03	0.9995	+1	−7	+17
Dez. 3	+0.11	0.9974	+1	−7	+18
1940 Febr. 21	+0.24	0.9956	+1	−7	+18
Mai 11	+0.41	0.9943	+1	−7	+17
Juli 30	+0.61	0.9936	+1	−6	+16
Okt. 18	+0.83	0.9933	0	−5	+13
1941 Jan. 6	+1.06	0.9936	0	−4	+11
März 27	+1.26	0.9943	0	−3	+ 8
Juni 15	+1.44	0.9955	0	−2	+ 4
Sept. 3	+1.59	0.9971	0	0	0
Nov. 22	+1.67	0.9991	0	+1	− 3
1942 Febr. 10	+1.70	1.0013	0	+3	− 7
Mai 1	+1.65	1.0038	0	+4	−10
Juli 20	+1.54	1.0065	0	+6	−14
Okt. 8	+1.36	1.0090	−1	+6	−15
Dez. 27	+1.11	1.0115	−1	+7	−17
1943 März 17	+0.79	1.0134	−1	+7	−16
Juni 5	+0.43	1.0147	0	+6	−15
Aug. 24	+0.04	1.0152	0	+5	−12

0^h W.-Z.	$n\delta z$	$1+\nu$	$10^4\cdot\Delta x$	$10^4\cdot\Delta y$	$10^4\cdot\Delta z$
1943 Nov. 12	−0°.34	1.0146	0	+3	− 7
1944 Jan. 31	−0.70	1.0131	0	+1	− 2
April 20	−1.01	1.0107	0	−1	+ 4
Juli 9	−1.25	1.0078	0	−3	+ 9
Sept. 27	−1.40	1.0046	0	−5	+13
Dez. 16	−1.46	1.0016	+1	−7	+17
1945 März 6	−1.41	0.9988	+1	−8	+19
Mai 25	−1.32	0.9965	+1	−8	+21
Aug. 13	−1.14	0.9949	+1	−9	+21
Nov. 1	−0.94	0.9939	+1	−8	+20
1946 Jan. 20	−0.70	0.9936	+1	−8	+19
April 10	−0.46	0.9938	+1	−7	+16
Juni 29	−0.24	0.9948	0	−5	+13
Sept. 17	−0.05	0.9964	0	−4	+10
Dez. 6	+0.07	0.9985	0	−2	+ 5
1947 Febr. 24	+0.13	1.0010	0	0	+ 1
Mai 15	+0.10	1.0038	0	+1	− 4
Aug. 3	0.00	1.0067	0	+3	− 8
Okt. 22	−0.19	1.0097	0	+5	−12
1948 Jan. 10	−0.47	1.0125	−1	+6	−15
März 30	−0.84	1.0148	−1	+7	−18
Juni 18	−1.26	1.0165	−1	+8	−19
Sept. 6	−1.72	1.0173	−1	+8	−19
Nov. 25	−2.19	1.0171	−1	+7	−18
1949 Febr. 13	−2.63	1.0155	0	+6	−15
Mai 4	−3.00	1.0127	0	+4	−10
Juli 23	−3.29	1.0091	0	+2	− 4
Okt. 11	−3.46	1.0048	0	−1	+ 2
Dez. 30	−3.52	1.0006	0	−3	+ 8

Berlin-Dahlem, Astronomisches Rechen-Institut, 1936 Dez. *E. Rabe.*

Lebenslauf.

Am 8. Mai 1913 wurde ich, *Eugen Karl Rabe*, als Sohn des Angestellten *Hermann Rabe* in Berlin-Wilmersdorf geboren. Ich bin deutscher Staatsangehörigkeit und evangelischen Bekenntnisses. Bis zur Versetzung nach Untersekunda besuchte ich das Humboldt-Realgymnasium zu Berlin-Oberschöneweide, um dann, meiner Neigung für Mathematik und die naturwissenschaftlichen Fächer folgend, auf die Oberrealschule zu Berlin-Treptow — die jetzige Dietrich-Eckart-Schule — überzugehen. Seit meiner Ostern 1933 dort mit Auszeichnung bestandenen Reifeprüfung studiere ich an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin Mathematik, Physik und Astronomie. Ich hörte Vorlesungen und Übungen bei den Herren Professoren und Dozenten: *Bieberbach*, *ten Bruggencate*, *Feigl*, *Grotrian*, *Guthnick*, *Henning*, *Klose*, *Kohler*, *Kopff*, *v. Laue*, *Neiss*, *Nernst*, *Orthmann*, *E. Schmidt*, *F. J. Schmidt*, *Schüler*, *Wehnelt*. Dem Direktor des Astronomischen Rechen-Instituts zu Berlin-Dahlem, Herrn Prof. Dr. *Kopff*, bin ich für die mir durch Beschäftigung als wissenschaftlicher Hilfsarbeiter an diesem Institut seit Februar 1935 zuteil gewordene Förderung zu großem Dank verpflichtet. Von Herrn Prof. Dr. *Kopff* wurde mir im sechsten Studiensemester die Berechnung genäherter allgemeiner Störungen des Planeten 62 Erato als Doktorarbeit zugewiesen. Für wohlwollende Beratung und Förderung bei der Abfassung dieser Arbeit möchte ich Herrn Prof. Dr. *Kopff* sowie besonders Herrn Prof. Dr. *Stracke* vom Astronomischen Rechen-Institut an dieser Stelle danken.

Am Kampf der nationalsozialistischen Bewegung habe ich seit meinem Beitritt zur Hitlerjugend im April 1931 aktiv teilgenommen. Zur Zeit bekleide ich in der Ortsgruppe Oberschöneweide das Amt eines Zellenleiters der NSDAP. Ich bin im Besitz des SA-Sportabzeichens sowie des Ehrenzeichens der HJ.